

**PUUTERMINAALITOIMINNASTA AIHEUTUVAN  
METSÄTUHORISKIN SELVITYS JA EHKÄISY**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Evo, metsätalousinsinööri AMK

Kevät, 2020

Toni Alakeskinen

Metsätalous  
Evo

---

<b>Tekijä</b>	Toni Alakeskinen	<b>Vuosi</b> 2020
<b>Työn nimi</b>	Puutermiinalitoiminnasta aiheutuvan metsätuhoriskin selvitys ja ehkäisy	
<b>Työn ohjaaja</b>	Risto Viitala	

---

## TIIVISTELMÄ

Puutermiinalitoiminnan metsätuhoriskin arviointi ja ehkäisevät toimintatavat olivat Metsänhoitoyhdistys Pirkanmaa ry:lle tarpeellinen selvityskohde uuden puutermiinalialueen suunnittelun tueksi.

Työn tavoitteena oli selvittää, minkälaisia metsätuhoriskejä puutermiinalitoiminta aiheuttaa terminaalien lähiympäristön metsille. Selvitystyö ja ohjeistus ehkäiseviin toimiin terminaalissa toteutettiin aikaisempien metsätuholaistutkimusten tulosten, metsälain sekä kaarnakuoriaisten elintapojen pohjalta.

Eri lähteiden tietojen pohjalta selvisi, että puutermiinalista voi mahdollisesti aiheutua metsätuhoriski terminaalien lähiympäristön metsiin. Metsätuhoriski on kuitenkin vältettävissä oikeilla toimilla. Näitä toimia ovat puulajien pinoaminen omiin pinoihinsa, havupuutavaran peittely lehtipuulla ja/tai pinon peittopaperilla.

Kaarnakuoriaisten esiintymiseen ja lisääntymiseen suurin vaikutus on olosuhteilla. Kun ravintoa ja lämpöä on tarjolla, kaarnakuoriaiset aiheuttavat suurinta tuhoa metsiin. Näitä kahta edellä mainittua olosuhdetta huonommaksi muuttamalla kaarnakuoriaiskanta heikkenee. Ravinnon määrää rajoitetaan piilottamalla ravinnoksi kelpaavat puut peitteen tai lehtipuukerroksen alle. Lämpötilaa rajoitetaan pinoamalla pinot korkeammiksi, jolloin lisääntymiseen otollisin pinon pintakerroksen pinta-ala pienenee.

**Avainsanat** Metsätuhot, ytimennävertäjä, kirjanpainaja, energiapuu, terminaali

**Sivut** 26 sivua

Forestry  
Evo

---

<b>Author</b>	Toni Alakeskinen	<b>Year</b> 2020
<b>Subject</b>	Investigation and prevention of forest damage risk arising from timber terminal operations	
<b>Supervisor</b>	Risto Viitala	

---

ABSTRACT

The assessment of the risk of forest damages in timber terminal operations and preventive practices were a necessary study for the Forest Management Association Pirkanmaa to support the planning of a new timber terminal area.

The aim of the study was to find out what kind of forest damage risks timber terminal operations cause to the forests in the vicinity of the terminal. The study and instructions for preventive measures at the terminal were carried out on the basis of the results of previous forest pest studies, the Forest Act and the bark beetle lifestyle.

Based on information from various sources, it became clear that the timber terminal could potentially pose a risk of forest damages to the forests in the vicinity of the terminal. However, the risk of forest damages can be avoided with the right measures. These activities include stacking timber species in their own stacks, covering coniferous timber with deciduous timber and / or covering with a stack cover paper.

Conditions have the greatest effect on the occurrence and reproduction of bark beetles. When food and heat are available, bark beetles cause the most destruction to forests. By making these two above-mentioned conditions worse, root of the bark beetle decreases. The amount of food is limited by hiding edible timber under a cover paper or layer of deciduous. The temperature is limited by stacking the stacks higher, which reduces the surface area of the surface layer most suitable for reproduction.

**Keywords** Forest damage, pine shoot beetle, European spruce bark beetle, timber, terminal

**Pages** 26 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	KÄSITTEITÄ.....	2
3	METSÄTUHOT SUOMESSA.....	3
3.1	Metsien terveys.....	3
3.2	Valtakunnan metsien 12. inventointi.....	4
4	LAKI METSÄTUHOJEN TORJUNNASTA .....	5
4.1	Metsätuholain käsitteitä .....	5
4.2	Puutavaran poiskuljettamista koskeva aluejako.....	5
4.3	Puutavaran poistamisen vaihtoehtoiset toimenpiteet.....	6
5	KAARNAKUORIAISET SUOMESSA.....	7
5.1	Lämpösumman kertymisen kaava .....	7
5.2	Ilmaston lämpenemisen vaikutus metsätuholaisten esiintymisaikoihin .....	7
5.3	Hyönteistuhojen seurannan ja ehkäisyn apuvälineet.....	8
5.3.1	Farmit.net - Tehoisa Lämpösumma-laskuri.....	8
5.3.2	Luke Metsäinfo - kaarnakuoriaisten ennustekartat .....	9
5.4	Männyn tuholaiset - ytimennävertäjät .....	9
5.4.1	Pystynävertäjä .....	10
5.4.2	Vaakanävertäjä .....	11
5.5	Kuusen tuholaiset - kirjanpainajat .....	13
5.6	Kaarnakuoriaisten luontaiset viholliset.....	14
6	ENERGIAPUUN KÄYTTÖ SUOMESSA.....	16
7	METSÄTUHOJEN VÄHENTÄMINEN TERMINAALITOIMINNALLA .....	17
7.1	Puun korjuu .....	17
7.2	Kaukokuljetus .....	18
7.3	Terminaali pinot ja pinojen haketus .....	18
7.3.1	Pinoaminen.....	18
7.3.2	Peittämisen edut .....	20
7.3.3	Syöttipino.....	21
8	POHDINTAA .....	21
	LÄHTEET.....	23

## 1 JOHDANTO

Metsähakkeen käyttö on lisääntynyt Suomessa tällä vuosituhannella runsaasti, kasvu on ollut suurta vuoteen 2013 asti. Nykyisin ollaan noin vuoden 2013 tasolla. Tulevaisuudessa metsähakkeen käyttö tulee lisääntymään, koska vireillä on useita suuria voimalaitoshankkeita, joissa tullaan polttamaan puuperäistä polttoainetta.

Tämänkin opinnäytetyön taustalla vaikuttaa uusi voimalaitoshanke Pirkanmaalle. Uusi voimalaitos tai jo olemassa olevan voimalaitoksen kapasiteetin kasvatus, pakottaa myös hankintaketjun mukautumaan kasvavaan polttoainetarpeeseen. Polttoainetarpeeseen pystytään Pirkanmaan seudulla vastaamaan, mutta tämä edellyttää polttoaineen eli poltettavan puutavaran varastopaikoilta lisää kapasiteettia.

Kasvavaan polttoainetarpeeseen on suunnitteilla uusi terminaalialue, johon energiapuu varastoitaisiin kuivumaan ja odottamaan talvikauden käyttöhuippua. Energiapuu, jota tässä työssä käsitellään on karsittua rankaa eli kuorellista raakapuuta, joka täyttää lain määrittämät ainespuun mitat.

Suuret varastoidut puumassat vetävät puoleensa erilaisia metsätuholaisia, huomionarvoisimpia näistä ovat kaarnakuoriaiset eli ytimennävertäjät ja kirjanpainajat, joihin tässä opinnäytetyössä keskitytään. Kaarnakuoriaiset lisääntyvät havupuu pinoissa ja haketusta varten varastoidut pinot ovat otollisia paikkoja lisääntyä. Kaarnakuoriaisten lisääntyminen onkin pyrittävä estämään tai merkittävästi vähentämään erilaisilla pinoihin kohdistuvilla torjuntatoimilla.

Jos torjunnassa ei terminaalissa onnistuta, on vaarana kaarnakuoriaisten leviäminen lähimetsiin. Tästä todennäköisesti seuraa kasvutappiota puustolle tai pahimmillaan puut kuivuvat pystyyn ja tämän seurauksena syntyy mittavia taloudellisia vahinkoja metsänomistajille.

Tämän työn tarkoituksena on tutkia kuinka hyönteistuhot saadaan minimoitua terminaalitoiminnassa. Avainasemassa tuhojen minimoinnissa ovat oikea ajoitus puutavaran käsittelyssä suhteessa kaarnakuoriaisten lisääntymisaikoihin ja oikeat toimet lisääntymiseen sopivan puutavaran ``piilottamisessa`` kaarnakuoriaisilta sekä toimia vähintään metsätuhojen torjuntalain mukaisesti.

## 2 KÄSITTEITÄ

Tärkeimpiä työssä käsiteltäviä käsitteitä.

Metsätuho: Hyönteisten, sienten, bakteerien ja virusten metsässä kasvaville puille aiheuttamia tauteja, puiden kasvua hidastavia tai puun laatua heikentäviä tuhoja, joista aiheutuu taloudellisia tappioita.

Ytimennävertäjä: Mäntypuutavarassa ja -pystyvuussa elävä metsätuhohyönteinen.

Kirjanpainaja: Kuusipuutavarassa ja -pystyvuussa elävä metsätuhohyönteinen.

Lämpösumma: Vuoden aikana kertyvien vuorokauden keskilämpötilojen summa, +5 °C ylittäviltä osin.

Puutavara: Tyviläpimitaltaan yli 10 cm olevaa puutavaralajeiksi valmistettua kuorellista raakapuuta käyttötarkoituksesta riippumatta.

Kaarnoittunut mäntypuutavara: Mäntyä, jonka pituudesta vähintään yksi neljäsosa on hilseilemättömän kovan kaarnan peitossa.

Energiapuu: Kaikki energiantuotantoon käytettävä puutavara.

Ainespuu: Puutavara, jolla on taloudellista arvoa.

Karsittu ranka: Energiapuujae, joka täyttää ainespuun mitat ja näin ollen kuuluu metsätuhojen torjuntalain piiriin.

Välivarasto: Puun korjuun yhteydessä tilapäisesti käytössä oleva puutavaravarasto kaukokuljetusta varten.

Terminaalivarasto: Pysyväisluonteinen paikka puutavaran varastointiin kaukokuljetusta varten.

(Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013; Metla, 2014a)

### 3 METSÄTUHOT SUOMESSA

Metsätuhosta puhuttaessa tarkoitetaan tuholaista tai tautia, jonka seurauksena metsän tuotto alenee esimerkiksi menetettynä tulona, pilaantuneena puutavarana tai tuhoutuneena maisemana. (Uotila, Kasanen, Heliövaara. 2015. s. 13)

Yleisimpiä metsätuhon aiheuttajia on ilmasto- ja säätekijät. Merkittävin metsätaudinaiheuttaja on juurikääpä. Siitä aiheutuu vuosittain noin 50 miljoonan euron tappiot metsätaloudelle. Ilmaston lämpeneminen pahentaa juurikäävän leviämistä entisestään. (Nuorteva, Hantula, Huitu, Jalkanen & Piri, n.d.)

Kuten aiemmin mainittiin ilmasto vaikuttaa tuholaisten esiintymiseen voimakkaasti, joten ilmaston lämpeneminen saattaa vaikuttaa metsän tuholaisiin ja tauteihin arvaamattomasti. Nyt vähäisenä esiintyvät vieraslajit voivat runsastua tai ilmaston lämpeneminen voi tuoda meille uusia tuholaislajeja. On myös syytä muistaa muuttuvan ilmaston mahdollisesti hyödyttävän myös tuholaisten luontaisia vihollisia. Onkin mahdotonta varmasti sanoa miten ilmaston lämpeneminen vaikuttaa metsätuhoihin. (Uotila, ym. 2015. s. 13)

Metsätuholaisten torjuntaan tähtäävän toiminnan edellytys on hyvä lajintuntemus. Vieraslajit ovatkin suurin uhka metsille. Ilmastomuutos aiheuttaa tuholaisten elinympäristön siirtymistä etelästä Suomen rajojen yli kohti pohjoista. Toistaiseksi vieraslajeja on ollut vähän, mutta tilanne voi muuttua nopeasti. Suomen metsätalous on erityisen haavoittuvainen vieraslajeille, koska puuntuotanto rakentuu lähinnä kahden puulajin, kuusen ja männyn varaan. Moninaisempi puulajisto todennäköisesti kestäisi vieraslajeja tehokkaammin. (Nuorteva, ym. n.d.)

Maailmanlaajuisesti tautiepidemioita ja tuhohyönteisten invaasioita ei ole pystytty pysäyttämään taikka edes rajoittamaan torjuntatoimista huolimatta. On hyvä muistaa, että metsien tuholaiset ovat tuholaisia vain metsien hyödyntämisen kannalta. Pahimmat tuhonaiheuttajat on kuitenkin otettu huomioon metsänhoitosuosituksissa ja metsälainsäädännössä. Tehokas torjunnan toteuttaminen on mahdollista kuitenkin vain metsänomistajan, suunnittelun ja korjuuorganisaatioiden yhteistyöllä. (Uotila, ym. 2015. ss. 13-15)

#### 3.1 Metsien terveys

Suomessa metsät ovat säilyneet toistaiseksi terveydentilaltaan hyvänä. Merkittävimmät tuhot metsissä aiheuttavat hirvet, myyrät, juurikääpä, lumi ja tuuli. Hyönteistuhot eivät siis toistaiseksi vielä ole suurimpien tuhonaiheuttajien joukossa, mutta tilanne on muuttumassa ilmaston lämpenemisen myötä. Etelä-Suomessa kirjanpainaja on jo aiheuttanut

tuhoja vanhoissa kuusikoissa. Kirjanpainajien määrä on noussut laajoilla alueilla Etelä- ja Keski-Suomessa yli riskirajojen. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2020)

Metsäpalot on Suomessa saatu pidettyä kurissa laajalla metsätieverkostolla ja tehokkaalla palontorjunnalla ja tarvittaessa palojen nopealla sammutuksella. Luonnonvarakeskus seuraa viranomaistehtäväänään jatkuvasti metsien terveyttä ja siinä tapahtuvia muutoksia. Tässä työssä apuna on Suomen metsäkeskus, joka vastaa omalta osaltaan metsätuhoihin varautumisesta ja virka-avun antamisesta. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2020)

### 3.2 Valtakunnan metsien 12. inventointi

Suomen metsävaroja on inventoitu 1920-luvulta lähtien. Alusta lähtien inventointeja on tehty säännöllisesti 5–10 vuoden välein. Nykyiset metsävaratiedot perustuvat jo kahdenteentoista inventointiin, joten aineistosta nähdään varsin pitkän aikavälin kehitys. Ensimmäisestä inventoinnista puuston määrä on 1,7 -kertaistunut ja metsien kasvu yli kaksinkertaistunut. Metsätuhot eivät kuitenkaan ole kasvaneet samassa suhteessa, joten metsänhoito on kehittynyt ajan kuluessa. (Luke, 2018)

Valtakunnan metsien 12. inventoinnin tulokset kertovat metsikön laatua alentavien tuhojen olevan 26,6 % puuntuotannon metsämaan pinta-alasta. Metsätuhojen noin neljänneksen osuus metsistä on pysynyt samalla tasolla kuin edellisissä Valtakunnan metsien inventointituloksissa. Suurimpana tuhojen aiheuttajana ovat lumi- ja hirvituhot, suuressa osassa tuhoista ovat myös lahottajasienet, tuuli ja tervasroso. Kesän 2018 lämpimyydestä huolimatta kirjanpainajatuhoja esiintyi yllättävän vähän. Maakunnittain tarkasteltuna tulokset voivat kuitenkin vaihdella paljon koko maan tuloksista. Muun muassa tästä syystä Suomi on jaettu metsätuhojen torjuntalaissa kolmeen alueeseen olosuhteiden mukaan. (Nuorteva, 2019)

Etelä-Suomen kirjanpainajakantoja on seurattu Luke:ssa vuodesta 2012 lähtien. Kesällä 2018 olosuhteet kirjanpainajan parveilulle olivat erityisen hyvät ja feromoniseurannassa määritelty epidemiaraja ylittyi Etelä-Karjalassa, Kymenlaaksossa, Pirkanmaalla, Pohjois-Savossa ja Keski-Suomessa. Jos tulevat kesät ovat yhtä lämpimiä, epidemiarajan ylittävät alueet laajenevat entisestään. (Nuorteva, 2019)



## 4 LAKI METSÄTUHOJEN TORJUNNASTA

Metsätuhojen torjuntalailla varmistetaan, että puunkorjuussa, puutavaran varastoinnissa ja metsänkäsittelyssä ei heikennetä metsien terveydentilaa. Lain noudattamista valvoo Suomen metsäkeskus. Tärkein asia, johon lailla halutaan vaikuttaa on pitää kaarnakuoriaisten kannat pieninä, jotta kuoriaiset eivät ala levitä hallitsemattomasti. Metsätuholaissa sanotaan, että laajoja metsätuhoja voidaan torjua valtion varoista. Näin tuhot tulevat torjutuksi tehokkaammin ja leviäminen pystytään pysäyttämään tai ainakin hidastaman niiden syntyä. Edellä mainitun kaltaisissa tapauksissa maa- ja metsätalousministeriö voi Suomen metsäkeskuksen esityksestä määrätä Suomen metsäkeskuksen tai maanomistajat ryhtymään välittömiin toimiin. Torjuntatoimenpiteistä aiheutuneet kulut korvataan valtion varoista. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2020)

Huhtikuussa 2016 metsätuholakiin voimaantulleen muutoksen nojalla juurikäävän torjunta on velvoittavaa. Juurikäävän torjuntatoimet tulee suorittaa kaikissa kasvatus- ja uudistushakkuissa, toukokuun alun ja marraskuun lopun välisenä aikana. Torjunnasta vastaa metsänomistaja tai hakkuuoikeuden haltija. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2020)

Tammikuussa 2020, Luonnonvarakeskuksen laatimassa raportissa arvioitiin metsätuholain vaikutuksia metsien terveyteen. Keskeisimpinä havaintoina kirjanpajan torjuntaan liittyvät puutavaran poisto päivämäärät sekä juurikäävän torjunta mäntyvaltaisissa metsissä turvemailla. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2020)

### 4.1 Metsätuholain käsitteitä

Nykyinen laki metsätuhojen torjunnasta on ollut voimassa vuodesta 2014. Lain tarkoituksena on metsien hyvän terveydentilan ylläpitäminen ja metsätuhojen torjuminen. Lakia sovelletaan metsätuhoihin, terminaali- ja tehdasvarastoihin sekä alueen sijainnista riippumatta puutavaran hakkuupaikkoihin ja välivarastoihin. (Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013)

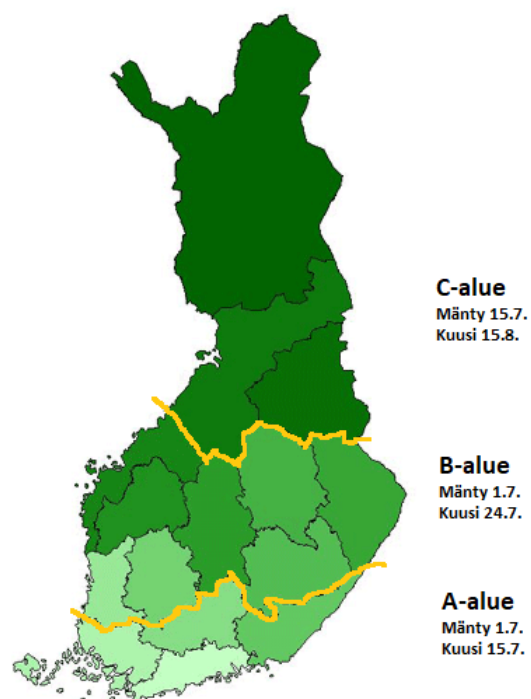
### 4.2 Puutavaran poiskuljettamista koskeva aluejako

Lämpösumman ja tuhohyönteisten esiintymisen perusteella Suomi on jaettu A-, B- ja C- alueeseen. Pirkanmaa, jossa opinnäytetyön kohteena oleva energiapuutermiinaali tulee sijaitsemaan kuuluu B-alueeseen (Kuva 1, s. 6).

B-alueella toimittaessa laki velvoittaa kuljettamaan kuusipuutavaran pois hakkuupaikalta ja välivarastosta vuosittain viimeistään 24.7. Lain piirissä on kaikki havupuutavara, joka on kaadettu edellisen vuoden 1.9.– kuluvin

vuoden 30.5. välisenä aikana. Mäntypuutavan osalta poiskuljettamisen takaraja on vuosittain 1.7. Lisäksi, jos toimittaisiin A-alueella eli etelämpänä Suomessa, olisi 1.6.–31.8. kaadettu kuusipuutavara kuljetettava pois välivarastolta 30 päivän kuluessa hakkuusta. (Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013)

Todennäköisesti A-alueen raja tulee siirtymään kohti pohjoista, ilmastolämpenemisen myötä. Jo tälläkin hetkellä metsätuholaki ei kaikilta osin riitä takaamaan metsätuholaisten leviämistä, koska poiskuljettamisen takarajat ovat liian pitkät tuholaisten kuoriutumiseen nähden. (Hoppi, 2019)



Kuva 1. Kartta metsätuholain A-, B- ja C-alueista. (Uotila, ym. 2005. s. 46)

#### 4.3 Puutavaran poistamisen vaihtoehtoiset toimenpiteet

Jos puutavaran omistaja ei poista puutavaraa metsästä tai välivarastoilta, lain määrittämien aluerajojen ja päivämäärien puitteissa, hänen on tehtävä jotain seuraavista toimista:

1. Peitettävä puutavara;
2. Kasteltava puutavara;
3. Kuljetettava pinon pintaosa pois;
4. Kuorittava puutavara;
5. Käsiteltävä puutavara tuhohyönteisten iskeytymistä vastaan tarkoitetulla kasvinsuojeluaineella;
6. Sijoitettava mäntypuutavara riittävän etäälle saman puulajin metsiköstä;
7. Peitettävä mäntypuutavarapino lehtipuukerroksella;

8. Peitettävä kuusipuutavarapino lehtipuukerroksella tai männyllä, joka ei ole kaarnoittunutta;
  9. Tai muulla tavoin huolehdittava siitä, ettei puutavarasta leviä metsätuholaisia ympäröiviin metsiin.
- (Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013)

Näistä toimenpiteistä energiapuutermiiniin soveltuu puutavaran peittäminen paperilla tai lehtipuulla sekä pinon pintaosan kuljetus pois eli käytännössä pintaosan haketus.

## 5 KAARNAKUORIAISET SUOMESSA

Suomessa esiintyy useita kuusen ja männyn kuoren alla puun nilaa ravinnokseen käyttäviä metsätuholaisia. Näitä kutsutaan yleisesti kaarnakuoriaisiksi. Mäntyä ravinnokseen käyttävät omat kaarnakuoriaislajinsa, joista pahimpana metsätuhojen aiheuttajana on pystynävertäjä. Kuusella on vastaavasti omat kaarnakuoriaislajit, joista pahimpana on kirjanpainaaja.

Kaarnakuoriaisten esiintymisaikoihin ja kuorittumiseen vaikuttaa erityisesti vuoden aikana kertyvä lämpösumma. Jos kevät alkaa aikaisin ja on lämmin, kaarnakuoriaiset heräävät talvilevosta aikaisemmin ja niille jää enemmän aikaa tehdä tuhojaan metsissä.

### 5.1 Lämpösumman kertymisen kaava

Lämpösumma lasketaan summaamalla yhteen päivittäisten keskilämpötilojen kynnysarvon ylittävä osa. Yleisesti kynnysarvona käytetään +5 °C. Esimerkiksi, kun vuorokauden keskilämpötila on +15 °C, lämpösumma kasvaa tuona päivänä 10 vuorokausiastetta (10 °Cvrk). Keskilämpötilasta vähennetään siis kynnysarvo (+5 °C). (Metla, 2014a)

### 5.2 Ilmaston lämpenemisen vaikutus metsätuholaisten esiintymisaikoihin

B-vyöhykkeellä kirjanpainaajan kuoriutumiseen riittävä lämpösumma täyttyy lähes joka vuosi jo ennen lakisääteistä kuusipuutavaran poistopäivämäärää. Ilmastomallien perusteella Suomen kevät on lämmennyt ja lämpenevät entisestään. Lämpiminä kesinä on kuoriutunut toinenkin sukupolvi kirjanpainaajia. Näin käydessä tuhot kasvavat entisestään. Puutavaran poistopäivämäärien takarajan aikaistamisella Suomessa ennaltaehkäistäisiin laajojen hyönteistuhojen syntymistä. Keski-Euroopassa hyönteistuhot ovat päässeet kasvamaan laajoiksi ja tämä halutaan Suomessa estää.

Kevään lämpeneminen koskee ytimennävertäjiä sekä kirjanpainajia ja niiden kuoriutumisen aikaistumista. Luonnonvarakeskuksen arvion perusteella, mäntypuutavan poistopäivän takarajat eivät tällä hetkellä riitä missään päin Suomea estämään ytimennävertäjien leviämistä. Lisäksi Luonnonvarakeskus aikaistaisi kuusipuutavaran poistamisen takarajaa B-alueella samasta syystä. (Hoppi, 2019)

Metsätuholain tavoite on saada puutavara kuljetettua pois tai suojattua ennen kuin keväällä siihen munineet tuholaiset kuoriutuvat ja leviävät. (Hoppi, 2019)

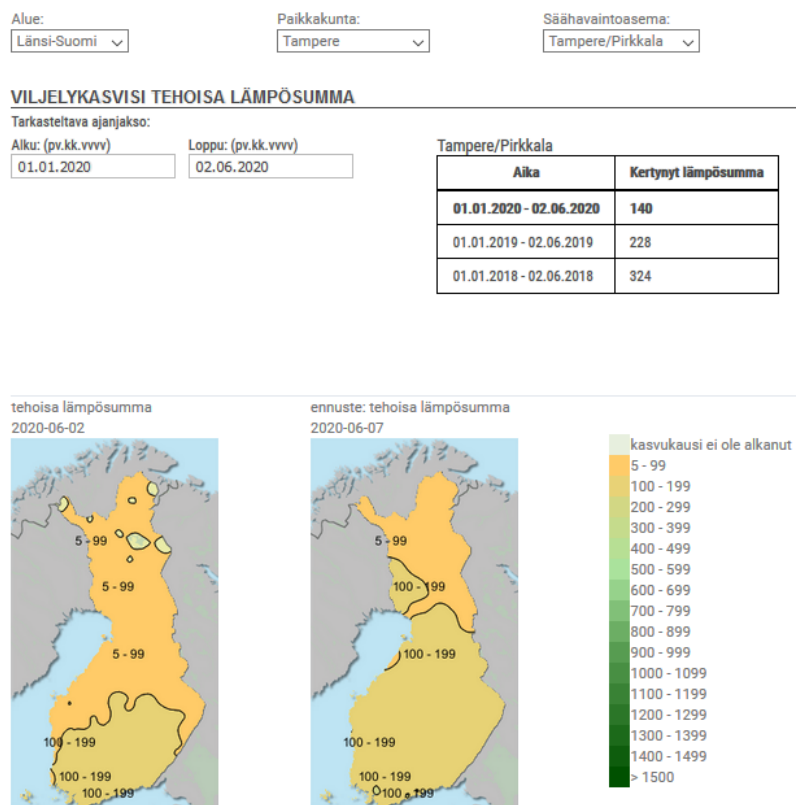
### 5.3 Hyönteistuhojen seurannan ja ehkäisyn apuvälineet

Kertynyt lämpösumma on suurin kaarnakuoriaisten aikatauluihin vaikuttava seikka. Ytimennävertäjä ja kirjanpainaja kuoriutuvat lajikohtaisen lämpösumman täytyttyä ja aloittavat parveilun. Parveilua ennen tulisi saada mänty- ja kuusipuutavara kuljetettua pois metsästä ja suojattu terminaalissa, jotta toimien hyöty saavutettaisiin. Lämpösumman seuraamiseen on kehitetty laskureita, joista saadaan tietoa hyönteistuhoihin varautumisen tueksi. (Metla, 2014a)

#### 5.3.1 Farmit.net - Tehoisa Lämpösumma-laskuri

Lämpösumman kehittymisen seurantaan on olemassa säätietoihin ja tilastoihin perustuva tehoisan lämpösumman laskuri. Laskurin käyttö vaatii maksuttoman rekisteröitymisen sivuille. Laskuria ylläpitää Farmit Website Oy. Säättiedot palveluun tuottaa ja toimittaa Foreca Oy.

Laskuri ennustaa lämpösumman kehitystä kevään edetessä ja sieltä löytyy myös kolmen viime vuoden päivittäiset tilastot lämpösumman kehityksestä. Kuvasta nähdään tämän vuotinen kertynyt lämpösumma ja kahden edellisen vuoden vastaavat ja voidaan huomata vuosien olevan todella erilaisia lämpösumman puolesta (Kuva 2, s. 9). Laskuria käyttäessä on tiedettävä metsätuhohyönteisten aikuistumiseen vaadittava lämpösummaraja. (Farmit, n.d.)



Kuva 2. Farmit.net-sivustolla oleva lämpösumman kertymistä seuraava laskuri. (Farmit.net, n.d.)

### 5.3.2 Luke Metsäinfo - kaarnakuoriaisten ennustekartat

Luke ylläpitää samantyyppistä tehoisan lämpösumman seurantaan perustuvaa laskuria, kuin edellä mainittu Farmit.net. Laskuri kertoo periaatteessa samat tiedot kuin Farmit.net-laskuri. Luken laskurissa tiedon tarkkuus on viikkotasolla, kun taas Farmit.net-laskuri kertoo päivittäisen lämpösumman.

Laskurilla pystyy valitsemaan eri kaarnakuoriaiset valikosta ja kartalla näkyy viikoittainen lämpösumman nousu alueittain. Edellisvuosien tilastotiedot lämpösummista on nähtävillä vuoteen 2010 asti. Laskurin ennusteet perustuvat näihin edellisvuosien pohjatietoihin. Sää tiedot palveluun tuottaa ja toimittaa Ilmatieteen laitos. (Luke, n.d.)

### 5.4 Männyn tuholaiset - ytimennävertäjät

Ytimennävertäjästä puhuttaessa tarkoitetaan pysty- tai vaakanävertäjää. Ne ovat pahimmat männyn tuhohyönteiset Suomessa. Puut eivät useinkaan kokonaan kuole, mutta ytimennävertäjät aiheuttavat kasvitappioita syömällä uudet vuosikasvaimet ontoiksi ja lopulta tuuli ravistelee ontot ja heikot vuosikasvaimet männystä. Vahvin latvakasvain usein säästyy tulessa ja tästä syntyy piikkilatuaisuus ytimennävertäjän

vaivaamalle männylle. Ytimennävertäjän tekemän tuhon tunnistaa latvan harsuuntumisesta. (Metla, 2003a)

#### 5.4.1 Pystynävertäjä

Pystynävertäjä on lajeista yleisempi ja tuhoisampi, koska se voi kuivattaa heikentyneitä pystypuita tunkeutumalla lisääntymään mäntyjen kuoren alle (Kuva 3). Kuoriainen syö puun latvassa vuosikasvainten ydinosaan nakertaen käytävän kasvaimen sisään. Yleensä kasvain lopulta katkeaa tuulen tai lumen vaikutuksesta, muita paksumpi latvakasvain usein säästyy katkeamatta. Neulasmassan vähentyessä yhteyttäminen ja kasvu hidastuu. Puun rungon nilakerrokseen kaivetut syömäkuviot katkaisevat puun nestevirtauksia. Jos käytävät ulottuvat koko rungon ympäri puu kuivuu pystyyn, kun nestevirtaukset loppuvat kokonaan. (Metla, 2014)



Kuva 3. Pystynävertäjä. (Schmutzenhofer, 2002a)

Kuoriaiset aloittavat parveilun, kun päivälämpötila ylittää +12 °C. Tämä lämpötila ylittyy Etelä-Suomessa usein huhtikuun puolivälin aikaan. Parveilu kestää noin 2 viikkoa. Kuoriaiset iskeytyvät parveilun aikana lisääntymään mäntyjen kuoren alle, jossa nila on vielä tuoretta. Kuoren alla naaras kaivaa noin 10 cm pitkän emokäytävän ja munii sen reunoille. (Metla, 2014b)

Muna- ja toukkavaihe kestää noin kaksi kuukautta, jonka jälkeen on lyhyt kotelovaihe. Uuden sukupolven kuoriutuminen tapahtuu noin kahden kuukauden kuluttua parveilusta eli kesäkuun puolivälin tienoilla. Lämpösummaraja pystynävertäjän aikuistumiselle on 350 °Cvrk. Uusi sukupolvi lentää kuoriuduttuaan ravinnonsyöntiin läheisten mäntyjen latvuksiin (Kuva 4, s. 11). Syöntivauriot ovat pahimpia pisimmissä puissa, syönti jatkuu lokakuulle asti. Aikuiset kuoriaiset talvehtivat tyvikaarnassa tai karikkeessa. Talvehtiminen alkaa, kun lämpötila laskee 0 °C alapuolelle. Talvilevon jälkeen kuoriaiset aloittavat parveilun tai hakeutuvat suoraan

latvuksiin syömään. Suoraan syömään siirtyvät kuoriaiset ovat nuoria aikuisia, jotka eivät ole vielä lisääntymiskypsiä. Vanhat aikuiset seuraavat ruokailemaan heti muninnan jälkeen toukokuun lopulla. (Metla, 2014b)

Pystynävertäjän tuhot voivat jatkua useita vuosia samalla paikalla, jos lähistöllä on sopivia lisääntymispaikkoja tarjolla. Ytimennävertäjä tuhoja esiintyy juurikin puutermiinaalien ja sahojen läheisyydessä. (Metla, 2014b)



Kuva 4. Pystynävertäjän syömiä kasvaimia. (Pouttu, 2010)

#### 5.4.2 Vaakanävertäjä

Vaakanävertäjä aiheuttaa lähinnä kasvaintuhoja eikä kaivaudu eläviin puihin (Kuva 5, s. 12). Vaakanävertäjä levittää sinistäjäsiementä, joka laskee puutavaran arvoa. Vaakanävertäjän lisääntymiskäyttäytyminen on hyvin samankaltainen kuin sukulaisellaan pystynävertäjällä. Se iskeytyy lisääntymään tuulenkaatoihin ja muihin tuoreisiin kuorellisiin, mutta vain jo valmiiksi heikentyneisiin puihin. (Metla, 2014c)





Kuva 5. Vaakanävertäjä. (Schmutzenhofer, 2002b)

Muna- ja toukkavaihe kestää noin kaksi kuukautta, jonka jälkeen toukka kotoituu lyhyeksi ajaksi. Uuden sukupolven aikuistuminen tapahtuu noin kahden kuukauden kuluttua parveilun huipusta eli kesäkuun puolivälissä. Kuoriuduttuaan uusi sukupolvi lentää läheisten mäntyjen latvoihin ruokailemaan (Kuva 6). Talvehtimaan vaakanävertäjät vetäytyvät lokakuulla, kun lämpötila laskee 0 °C alapuolelle, aivan kuten pystynävertäjätkin. Talven jälkeen käyttäytyminen jatkuu samanlaisena kuin pystynävertäjälläkin. (Metla, 2014c)

Suurin erottava tekijä vaaka- ja pystynävertäjällä on, että vaakanävertäjä iskeytyy vain jo heikentyneeseen puuhun. Toisin sanoen pystynävertäjät ovat ensimmäiset männikön tuhonaiheuttajat ja niiden perässä heikkoihin puihin iskevät vaakanävertäjät täydentämään tuhoa. (Metla, 2014c)



Kuva 6. Vaakanävertäjän syönnin jäljiltä pudonneita kasvaimia. (Pouttu, 2002)



## 5.5 Kuusen tuholaiset - kirjanpainajat

Kirjanpainaja on tumma, puolen sentin mittainen kuoriainen (Kuva 7). Kirjanpainajista puhuttaessa tarkoitetaan kiiltokirjanpainajaa, pikkukirjanpainajaa ja kirjanpainajaa. Käyttäytyminen kuitenkin eroaa niin, että kiiltokirjanpainaja ja pikkukirjanpainaja ovat sekundäärisiä tuhoaiheuttajia, jotka iskeytyvät vain jo heikentyneisiin puihin. Kun taas kirjanpainaja on primäärinen tuhonaiheuttaja, joka iskee myös terveisiin puihin. Pahin ja yleisin tuhonaiheuttaja näistä kolmesta on kirjanpainaja. (Metla, 2003b; Metla, 2005; Metla, 2014d)

Kirjanpainajat parveilevat touko-kesäkuun vaihteessa, kun lämpötilan ylittää +18 °C. Lämpösummaraja kirjanpainajan aikuistumiselle on 700 °Cvrk. Kirjanpainaja käyttää ravinnokseen tuoretta kuusipuutavaraa, mutta jos sitä ei ole tarjolla iskeytyvät ne joukkovoimalla eläviin kuusiin lopulta kuivattaen puut. Kirjanpainajan mukana kulkee sinistäjäsiementä, joka aiheuttaa värivian puutavaraan ja osallistuu puun tappamiseen. (Metla, 2014d)



Kuva 7. Kirjanpainaja. (Schmutzenhofer, 2002c)

Kirjanpainaja koiraat kaivautuvat ensin kuusen kaarnan alle ja alkavat erittää feromoneja houkutellakseen naaraita. Naaraita löytää koiraan luokse 2–4, jokainen niistä kaivaa oma emokäytävän puun pituussuuntaisesti. Ne laskevat munansa emokäytävän reunoille. Munista kuoriutuvat valkeat toukat kaivavat puun nilaan omat käytävänsä, erilleen toisistaan. Kaivettuaan ja syötyään käytävän valmiiksi toukka koteloituu lyhyeksi ajaksi. (Metla, 2014d)

Koteloista kuoriutuvat aikuiset viettävät vielä hetken kuoren alla syöden toukkakäytävien välit murusiksi. Uuden sukupolven aikuiset poistuvat kuoren alta heinä– elokuun vaihteessa ja talvehtivat karikkeessa. (Metla, 2014d)

Kirjanpainajat lisääntyvät, kun sopivaa tuoretta puuta tulee tarjolle, lumituhojen, myrskyn tai viivästyneen puutavaran kuljetuksen tai suojausten muodossa. Jos kuoriaiset lisääntyvät ja valmiiksi heikentynyt

lisääntymiseen kelpaava puu loppuu, ne pystyvät joukkovoimansa avulla iskeytymään myös terveisiin puihin. Tuhot voivat laajeta vuosi vuodelta, jos asialle ei tehdä mitään. Ainoa ratkaisu, jolla tuhot saadaan pysäytettyä, on uudistaa tuhoalue ja sen reunamat. (Verdera, 2017)

Kirjanpainaja vaikuttaa puuhun katkaisten nilakerroksen nestevirtauksen jolloin latvuksen ravinnonsaanti heikkenee ja puu alkaa kuivua. Kun syömäkuvioiden yltäessä rungon ympäri asti puu kuolee. Myöhemmässä vaiheessa puun kuori irttaa toukkien syömisen seurauksena (Kuva 8). (Metla, 2014d)

Kirjanpainajan pyydystämiseen on myös tarjolla erilaisia tarkoitukseen kehitettyjä feromonipyydyksiä. Menetelmä ei kuitenkaan ole osoittautunut kovinkaan tehokkaaksi ja sitä käytetäänkin lähinnä kirjanpainajakannan runsauden seurantaan. (Uotila & Kankaanhuhta. 2003. s. 53)



Kuva 8. Kirjanpainajan kuivattamia kuusia. (Pouttu, 2013)

## 5.6 Kaarnakuoriaisten luontaiset viholliset

Ytimennävertäjien ja kirjanpainajien lisäksi havupuutavarapinoissa viihtyvät myös näiden luontaiset viholliset. Muurahaiskuoriainen on luontaisista vihollisista tehokkain kaarnakuoriaisten saalistaja (Kuva 9, s. 15). Muurahaiskuoriaiset viihtyvät havupuutavaran pinnalla ja syövät puuhun iskeytyviä kaarnakuoriaisia. Muurahaiskuoriaisen toukat puolestaan kulkevat kaarnakuoriaisten käytävissä saalistaen

kaarnakuoriaisten toukkia ja munia. Lajin esiintymisajat ovat synkronoituneet kaarnakuoriaisten kanssa ja niiden kannat runsastuvat nopeasti, jos kaarnakuoriaiset lisääntyvät. (Mannerkoski, 2004; Herard & Mercadier, 1996, s. abstract)

Muurahaiskuoriaiset voivat syödä päivässä kymmeniä kaarnakuoriaisia, mutta usein määrä jää kuitenkin noin kymmeneen kuoriaseen. Naaras puoliset muurahaiskuoriaiset laskevat munansa kaarnakuoriaisten käytäviin joissa muurahaiskuoriaan toukat syövät kaarnakuoriaisten toukkia. (Byers, 1995)

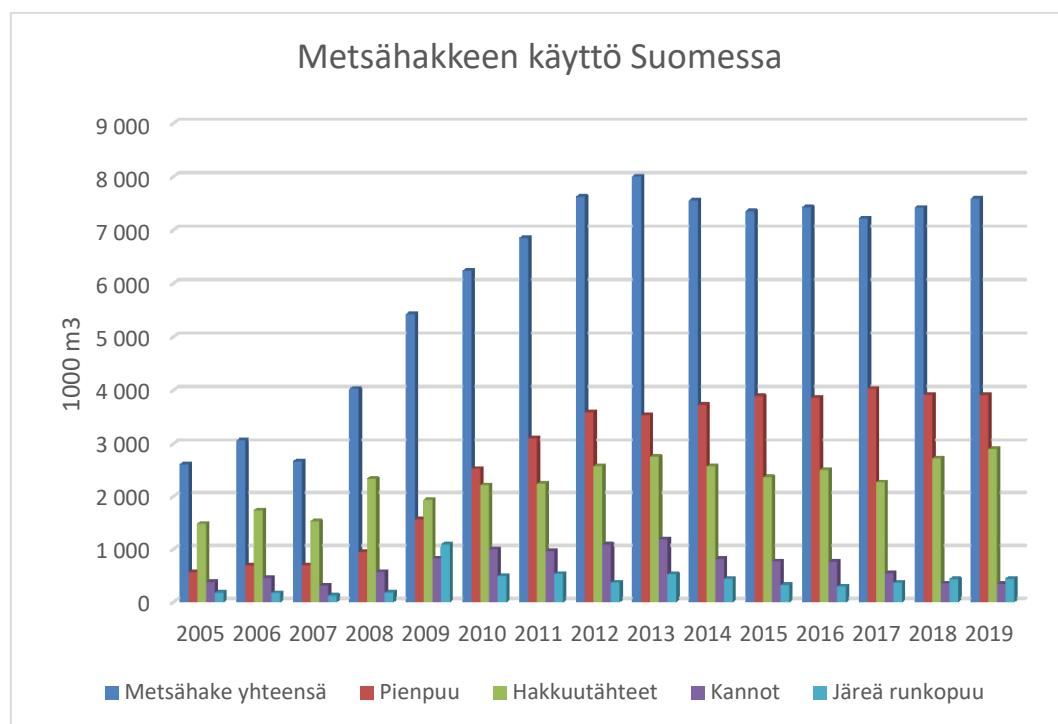


Kuva 9. Muurahaiskuoriainen syö pystynävertäjää. (Byers, 1995)

Saalistajilla on suuri merkitys kannan säätelijöinä, kokeissa on todettu muurahaiskuoriaisen vähentävän kaarnakuoriaiskantaa 92 %. Luonnossa kuitenkin suurin rajoittava tekijä kannan kasvuun muodostuu lisääntymispaikkojen määrästä. (Schroeder & Weslien, 1994, s. abstract)

## 6 ENERGIAPUUN KÄYTTÖ SUOMESSA

Metsähakkeen käyttö Pirkanmaan alueella ja koko Suomessa energiantuotannossa on lisääntynyt merkittävästi 2000-luvulla. Suurimman osan metsähakkeesta muodostavat hakkuutähte ja pienpuu. Vuonna 2019 voimalaitoksissa poltettiin 7,6 miljoonaa m<sup>3</sup> metsähaketta. Pienpuuta tästä oli 3,9 milj. m<sup>3</sup>, hakkuutähteitä 2,9 milj. m<sup>3</sup>, kantoja 0,3 milj. m<sup>3</sup> ja järeää runkopuuta 0,4 milj. m<sup>3</sup> (Kuva 10). (Luke, 2020)



Kuva 10. Metsähakkeen käytön kehitys Suomessa 2005-2019.

Vuonna 2019 lämpö- ja voimalaitoksissa poltettiin puupolttoaineita 20,5 miljoonaa kiintokuutiometriä (Kuva 11, s. 17). Energiasisällöltään tämä vastaa 39 400 GWh. Vuodesta 2018 käyttö on kasvanut kaksi prosenttia. Suurin osa metsähakkeen raaka-aineesta tulee pienpuusta, hakkuutähteiden määrä on kuitenkin kasvanut vuodesta 2018 seitsemän prosenttia. Metsäteollisuuden sivutuotteista suurin osa on kuorta. Kuoren lisäksi polttoon menee purua ja puutädehaketta. (Ylitalo, 2020)



Kuva 11. Kiinteiden polttoaineiden käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa 2019

## 7 METSÄTUHOJEN VÄHENTÄMINEN TERMINAALITOIMINNALLA

Tapion oppaassa energiapuutermiinalien ympäristölupakäytännöistä, todetaan metsätuhojen torjunnasta seuraavasti. Biomassatermiinalissa varastoitavalle puulle soveltuu peittäminen lain tarkoittamalla puutavara kerroksella. Luontevin lain tarkoittama muu tapa on puutavaran oikein ajoitettu haketus. (Tapio, n.d.)

Karsitun rangan käytössä varastointi pyöreänä puuna on tärkeää laadun eli puun kuivumisen ja käytön ajoituksen kannalta.

Energiapuu ei sinällään lisää hyönteistuhoriskiä, vaan riskin muodostaa energiapuun pidempi välivarastointiaika sekä käytön ajoittuminen talvikauteen. Energiapuun käytön lisääntyessä tulevaisuudessa tulisi varastointia keskittää entisestään terminaaleihin, joissa hyönteistuholaisten hallinta on helpompaa kuin tienvarsivarastoissa. (Tapio, n.d.)

Energiapuun ja energiapuutermiinalin logistiikka pitää ajatella jo metsässä. Jos leimikolla sijaitsevassa pinossa ajetaan kaikki energiapuu samaan pinoon, puulajeja ei käytännössä pystytä enää erittelemään termiinalissa. Kaikilla ketjun toimijoilla tulee olla selkeät tiedot työn kulusta ja toimintatavoista, jotta vältetään ongelmilta koko ketjussa.

### 7.1 Puun korjuu

Karsittu rankapuu tulisi mahdollisuuksien mukaan jo metsäkuljetus- ja pinoamisvaiheessa lajitella puulajeittain omiin pinoihinsa niin, että

pystytään erottamaan havupuut ja lehtipuut kaukokuljetusta varten. Tämä vaatii varastopaikoilta enemmän tilaa kuin se, jos kaikki energiapuu ajettaisiin samaan pinoon. Puulajien erittely tehtäisiin siksi, että terminaalissa havupuupinot saataisiin peiteltyä lehtipuukerroksella kaarnakuoriaisten iskeytymisen estämiseksi.

Karsitun rangan korjuussa korjuukustannukset saadaan pidettyä kohtuullisina kuitenkin juuri puunkorjuun nopeudella ja puutavaralajien lajittelun puuttumisella työketjusta. Puun korjuuvaiheessa puulajien erottelua, ei edellä mainitusta syystä kannatakaan tehdä paitsi, jos leimikolla on selvästi toisistaan eroavat havu- ja lehtipuuvaltaiset osuudet.

## 7.2 Kaukokuljetus

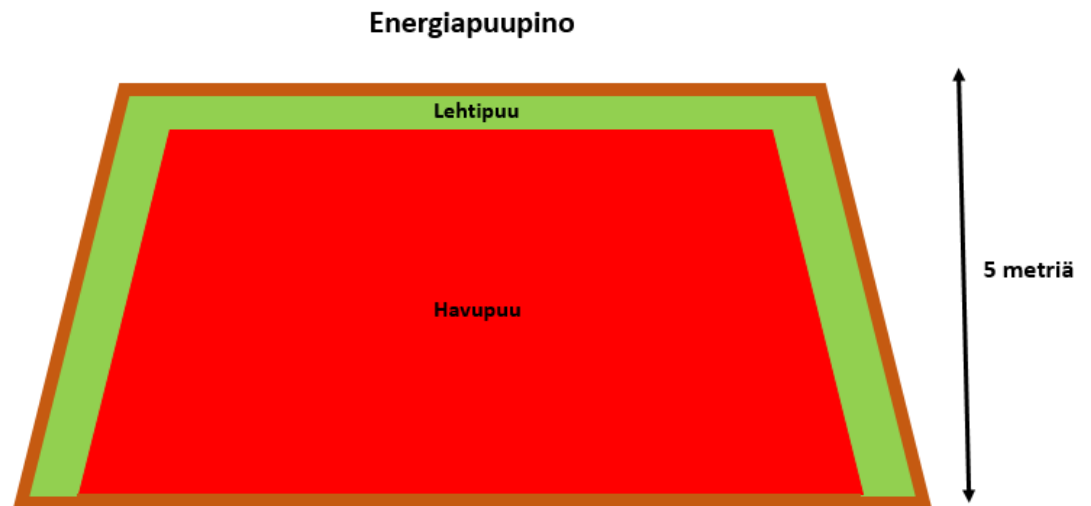
Kaukokuljetuksessa on tärkeää pitää havu- ja lehtipuutavaralajit erillään, jotta ne voidaan purkaa terminaalissa oikeisiin pinoihin. Havu- ja lehtipuutavaralle on terminaalissa osoitettava omat paikkansa, joihin puutavara-auto purkaa kuormansa puutavaralajeittain. Puutavaran kuljetuksiin energiapuiden lajittelulla havu- ja lehtipuihin ei sinällään ole vaikutusta. Puutavara-autoon voidaan havu- ja lehtipuut kuormata ja purkaa omina nippuinaan, jolloin puulajien sekoittumista ei tapahdu.

## 7.3 Terminaali pinot ja pinojen haketus

Terminaalissa puukuormien purkupaikat on eriteltävä niin, että havu- ja lehtipuu puretaan omille paikoilleen. Tämä vaatii hieman enemmän suunnittelua logistiikan puolesta ja lisäksi tarkkaavaisuutta puutavara-auton kuljettajalta. Tilaa tarvitaan myös enemmän kuin silloin, jos kaikki karsittu ranka pinottaisiin sekaisin.

### 7.3.1 Pinoaminen

Pinoja kasattaessa olisi myös mahdollista "piilottaa" havupuut kaarnakuoriasilta ja estää kuoriaisten niiden iskeytyminen puutavaraan. Tämä tapahtuisi niin, että pinon alimmat kerrokset olisivat havupuuta ja päällimmäiseksi kerrokseksi pinottaisiin lehtipuuta noin metrin kerros. (Kuva 12, s. 19). Lehtipuukerros toimii pinon päällä samaan tapaan, kuin pinon peittopaperi eli kaarnakuoriaisilla ei ole suoraa pääsyä havupuuhun lisääntymään.



Kuva 12. Karsitun rangan terminaalipinon sivuprofiili, lehtipuu päällimmäisenä ja havupuu pohjalla.

Lehtipuukerros olisi todennäköisesti helpompi vaihtoehto peitellä pinot kuin pinon peittopaperi. Työ tapahtuisi samalla, kun terminaaliin tuodaan uutta energiapuuta. Jos terminaalipinojen korkeudeksi halutaan esimerkiksi viisi metriä, pinon alimmaiseksi puutavara-autoista purettaisiin kuormia niin, että neljään metriin asti pinon korkeus kasvaisi havupuulla ja viimeinen metri lehtipuulla. Näin toimittaessa pinot saataisiin suojattua kaarnakuoriaisten iskeytymisiltä lehtipuukerroksella heti pinoamisvaiheessa.

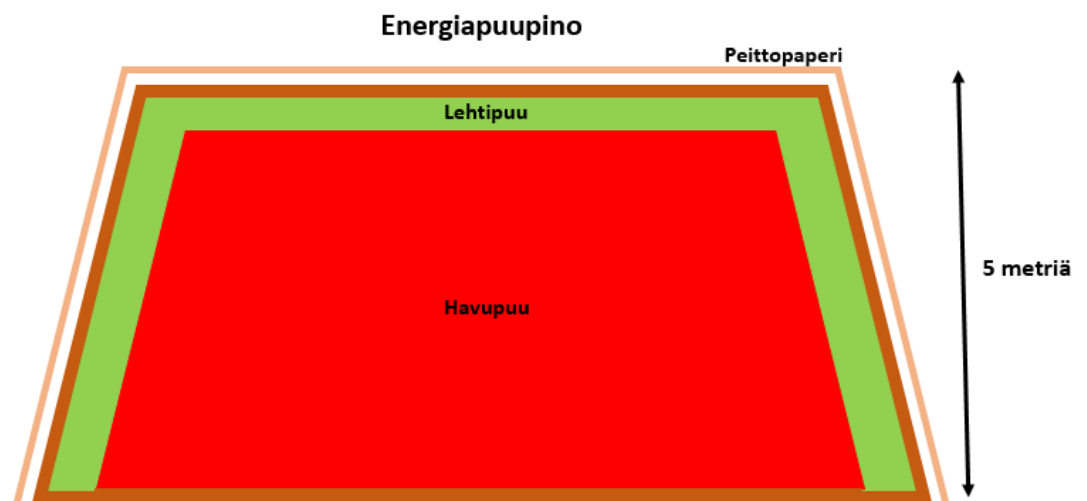
Pohjois-Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan, puupinon lämpötila voi olla jo 0,5 metriä pinon pinnan alapuolelta, jopa 10 °C pintaa matalampi. Matalampi lämpötila johtaa siihen, että kaarnakuoriaiset eivät ehdi kesän aikana kehittyä aikuisiksi asti. Tutkimuksissa tutkittiin myös pinojen korkeuden vaikutusta kaarnakuoriaisten toukkien määrään. 1 metrin korkuisesta pinosta kuoriutui 4 400 toukkaa kuutiometristä puuta, 2 metriä korkeasta pinosta 2 500 toukkaa/m<sup>3</sup> ja 3 metriä korkeasta pinosta enää 1 850 toukkaa/ m<sup>3</sup>. Pinon noustessa korkeammaksi, puun määrä suhteessa pintakerroksen pinta-alaan kasvaa. Pintakerros on siis suotuisin ja helpoiten saavutettavissa oleva pinon osa kaarnakuoriaisten kannalta. (Juutinen, 1978, ss. 19-21; Saarenmaa, 1985, s. 56)

Nämä tutkimukset on tehty Pohjois-Suomessa, mutta samoja malleja voidaan jollain tasolla käyttää myös Pirkanmaan alueella. Tutkimusten pohjalta voidaan todeta, että terminaalissa pinon korkeutena yleisesti käytetty 5 metriä pienentää kaarnakuoriaisten lisääntymiseen kelpaavan puutavaran määrää ja olosuhteita oleellisesti.

Pinon päällimmäiseksi olisi mahdollista levittää vielä pinon peittopaperi, joka vaikeuttaisi entisestään kaarnakuoriaisten iskeytymistä havupuuhun (Kuva 13, s. 20). Metsätuholaki ei vaadi käytettävän molempia



suojaustoimia havupuiden peittelyyn, mutta pinon peittopaperilla voitaisiin vielä varmistaa havupuiden saavuttamattomissa oloa kaarnakuoriaisten näkökulmasta.



Kuva 13. Karsitun rangan terminaalipinon sivuprofiili, lehtipuukerroksella sekä peittopaperilla päällystettynä.

Pinojen peittämistä on tutkittu lähinnä pystynävertäjän osalta, mutta peittäminen estää myös muita kaarnakuoriaisia iskeytymään puutavarapinoon. Tutkimuksissa pinon pinta ja noin metri pinon yläreunan sivua peitettiin ja todettiin pystynävertäjien määrän olevan 90 % pienempi kuin peittämättömän pinon. (Heikkilä, 1978, s. 9)

Etelä-Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa toisaalta todettiin, että peittäminen ei oleellisesti vaikuttaisi kaarnakuoriaisten iskeytymiseen. Tutkimuksen havaintojen mukaan kaarnakuoriaiset vain siirtyivät alaspäin pinossa kohtaan, jossa ei enää pinopeitettä ollut. (Dehlen & Nilsson, 1976, ss. 7-16)

Erilaiset tulokset selittyvät ilmasto-olosuhteilla, jotka ovat hyvinkin erilaiset Suomessa ja Etelä-Ruotsissa. Pirkanmaan seudulla kasvukauden lämpösumma on melko suuri, mutta ei kuitenkaan Etelä-Ruotsin tasolla. Tästä voi päätellä, että pinojen keskiosissa aikuistuu jonkin verran kaarnakuoriaisia, mutta pinojen korkeudella tähän voidaan kuitenkin vaikuttaa suuresti.

### 7.3.2 Peittämisen edut

Pinon peittämisen peittopaperilla etuja on kaarnakuoriaisten iskeytymisen estämisen lisäksi puiden parempi kuivuminen. Tutkimuksen mukaan energiaapuupinon peittämisellä saadaan noin 6 prosenttiyksikköä kuivempaa haketta. Suurin etu peittämisestä saadaan, jos peitteellä onnistutaan estämään lumen sulamisvesien valuminen pinoon ja siitä



syntyvä kosteuden lisäys. Tutkimuksen perusteella pinon peittämisen tulisi alentaa kosteutta 6–8 prosenttiyksikköä, jotta peittämisestä aiheutuvat kustannukset tulee katetuksi. Itse peittopaperi on suurin peittämisen kustannus ja pinon tulisi olla mahdollisimman korkea ja tiiviisti pinottu, jotta peitto kustannukset olisivat mahdollisimman pienet. (Hillebrand, 2009, s. 5-6)

Pinon peittämisen kannattavuus paremman kuivumisen kannalta, onkin siis pitkälti pinoamisen onnistumisen varassa. Jos pino on harva tai liian matala, kustannukset ovat suuremmat kuin kuivumishyöty. Peittämisellä saavutettava hyöty kaarnakuoriaisten iskeytymisen estämiseksi puoltaa kuitenkin pinojen peittelyä, koska taloudellisestakin näkökulmasta saavutetaan ainakin nollatulos.

### 7.3.3 Syöttipino

Terminaaliin olisi mahdollista rakentaa ns. syöttipinoja. Nämä pinot tehtäisiin avoimelle paikalle ja jätettäisiin peittelemättä mitenkään. Pinoja tehtäisiin ainakin kaksi, kuusi- ja mäntypuutavarasta omat pinonsa. Näin ytimennävertäjille ja kirjanpainajille saataisiin otolliset iskeytymisolosuhteet. Nämä pinot haketettaisiin ennen kuin uusi kaarnakuoriaissukupolvi ehtii kuoriutua pinoista. Mäntypino haketettaisiin, juuri ennen ytimennävertäjän kuoriutumiseen tarvittavan lämpösummarajan 350 °C<sub>vrk</sub> täyttymistä. Lämpösumma on täyttynyt edellisinä vuosina (2018 ja 2019) ennen kesäkuun puoltaväliä. Samat toimenpiteet suoritettaisiin kuusipinolle. Sillä erolla, että haketus tehtäisiin vasta myöhemmin. Kuusipuutavarassa viihtyvä kirjanpainaja kuoriutuu, kun lämpösumma kohoaa 700 °C<sub>vrk</sub> yli. Lämpösumma on täyttynyt edellisinä vuosina (2018 ja 2019) ennen heinäkuun puoltaväliä.

Näin toimimalla saataisiin tuhottua mahdollisimman paljon ytimennävertäjiä ja kirjanpainajia, koska puiden hakettaminen tappaa kaarnakuoriaiset tehokkaasti. Lisäksi nämä syöttipinot haketettaisiin suoraan hakkeenkuljetusautoon ja kuljetettaisiin voimalaitokselle polttoon.

## 8 POHDINTAA

Tämän työn ohjeilla puuterminalitoiminnasta aiheutuvan metsätuhon riskiä voidaan tehokkaasti välttää terminalissa. Onnistuminen vaatii kuitenkin koko työketjulta yhteisymmärryksen korjuu-, kuljetus- ja haketustoimien kulusta.

Hyönteistuhojen ehkäisy alkaa heti metsässä puita pinolle kuormatraktorilla kuljetettaessa. Energiapuut tulisi lajitella niin että, havu-

ja lehtipuut ovat omissa pinoissaan. Kun energiapuut lajitellaan edellä kuvatulla tavalla, kaukokuljetus puutavara-autolla ja energiapuiden purku terminaaliin on sujuvaa. Terminaalissa puutavara-auton kuljettaja purkaa energiapuukuormansa siten että, havupuut puretaan pinoon alimmaiseksi ja pinon päällimmäinen kerros muodostuu lehtipuusta. Samalla kun pino kasvaa pituutta uusista energiapuukuurmista, pinon päältä avataan pinon peittopaperirullaa ja näin suojataan pino heti kaarnakuoriaisilta ja sateelta. Pinon peittopaperi levitetään puutavara-auton kuormaimella sitä mukaan kun pino kasvaa toivotun korkuiseksi, sopiva pinon korkeus on noin 5 metriä. Näin pino tulee heti suojatuksi säävaikutuksilta ja ennen kaikkea kaarnakuoriaisilta.

Haittapuolena edellä kuvatussa havu- ja lehtipuiden lajittelussa omiin pinoihinsa aiheutuu korkeammat korjuu- ja kuljetuskulut. Kulujen kasvun perusteella puulajien lajittelu ei olekaan kannattavaa. Havupuupinojen peittely terminaaliin olisi kuitenkin mahdollista niin, että lehtipuuvältaisiltä leimikoilta korjattava puutavara pinottaisiin terminaaliin havupuiden päälle.

Edellä kuvatussa energiapuuntoimintaketjussa toteutuu jo kaksi metsätuhojen torjuntalain vaihtoehtoista puutavaran poistamiselle välivarastolta, havupuiden peittäminen lehtipuukerroksella ja pinon peittäminen pinon peittopaperilla. Peittopaperin käyttö lisää kuluja, kulut saadaan kuitenkin katettua energiapuun parempana kuivumisena, jonka peittopaperi mahdollistaa. Lisäksi peittopaperilla hankaloitetaan entisestään kaarnakuoriaisten pääsyä havupuihin lisääntymään.

Näiden toimien lisäksi olisi mahdollista rakentaa terminaali-alueelle niin sanotut syöttipinot kaarnakuoriaisille. Mänty- ja kuusipuutavarasta tehtäisiin omat syöttipinonsa, pinot sijoitettaisiin erilleen muista energiapuupinoista. Syöttipinojen tarkoitus olisi kerätä mahdollisimman paljon kaarnakuoriaisia alkukesällä kaarnakuoriaisten parveilla. Parveilun loputtua ja ennen uuden kuoriaissukupolven kuoritumista kesällä, syöttipinot haketettaisiin hakkeenkuljetusautoon ja kuljettaisiin polttoon voimalaitokselle. Näin saataisiin todennäköisesti tuhottua runsaasti kaarnakuoriaisia ja rajoitettua tuholaiskantojen kasvua sekä metsätuhoja terminaalin lähimetsissä.

## LÄHTEET

Byers, J. (1995). *Thanasimus formicarius* feeding on a captured pine shoot bark beetle, *Tomicus piniperda*. Haettu 3.6.2020 osoitteesta <https://www.chemical-ecology.net/clerid.htm>

Dehlen, R. & Nilsson, S. (1976) *Plastover tackning av tallvaltor for att undvika angrepp av storre margborrar*. Rapporter och Uppsatser, Institutionen for Skogsteknik 95. Tukholma, Ruotsi: Skoghögskolan.

Farmit Website Oy. (n.d.). Tehoisa lämpösumma. Haettu 2.4.2020 osoitteesta <https://www.farmit.net/weather-service/heatsumfit>

Heikkilä, R. (1978). *Mäntykuitupuupinon suojaaminen pystynävertäjän iskeytymistä vastaan Pohjois-Suomessa. Folia Forestalia 351*. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos. Haettu 20.4.2020 osoitteesta: <https://core.ac.uk/download/pdf/52273133.pdf>

Herard, F. & Mercadier, G. (1996). Abstract. Natural enemies of *Tomicus piniperda* and *Ips acuminatus* (col., scolytidae) on *Pinus sylvestris* near Orleans, France: Temporal occurrence and relative abundance, and notes on eight predatory species. *Entomophaga* 41. Montpellier, Ranska: European Biological Control Laboratory, United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Haettu 20.4.2020 osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02764245>

Hillebrand, K. (2009). *Energiapuun kuivaus ja varastointi. Yhteen veto aikaisemmin tehdyistä tutkimuksista*. Jyväskylä: VTT. Haettu 27.4.2020 osoitteesta: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2009/VT T-R-07261-09.pdf>

Hoppi, A. (2019). Kirjanpainajat kuoriutuvat maan keskiosissa ennen kuusipuutavaran varastoinnin lakirajaa - Metsäteollisuus käy huolella läpi Luken ehdotuksen poistopäivän aikaistamisesta. *Maaseudun Tulevaisuus* 11/2019. Haettu 21.2.2020 osoitteesta <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/artikkeli-1.558330>

Juutinen, P. (1978). *Kuitupuupinot pystynävertäjän (Tomicus piniperda L.) lisääntymispaikkoina Pohjois-Suomessa. Folia Forestalia 335*. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos. Haettu 20.4.2020 osoitteesta: <https://core.ac.uk/download/pdf/52273117.pdf>

Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013. Haettu 20.2.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131087>

Luke. (2018). VMI-ryhmä. Haettu 30.4.2020 osoitteesta

<https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsavarat-ja-metsasuunnittelu/metsavarat/>

Luke. (2020). *Lämpö- ja voimalaitosten kiinteiden puupolttoaineiden käyttö metsäkeskusalueittain*. Tilastotietokanta. Haettu 27.4.2020 osoitteesta:

[http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_04%20Metsa\\_04%20Talous\\_10%20Puun%20energiakaytto/01a\\_Laitos\\_ekaytto\\_maak.px/?r\\_xid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_04%20Talous_10%20Puun%20energiakaytto/01a_Laitos_ekaytto_maak.px/?r_xid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db)

Luke. (n.d.). Metsäinfo, Tuhohyönteisten ennustekartat. Haettu 2.4.2020 osoitteesta <https://metsainfo.luke.fi/fi/temperatureDevelopingMaps>

Maa- ja metsätalousministeriö. (2020). Haettu 1.4.2020 osoitteesta <https://mmm.fi/metsat/metsien-terveys>

Mannerkoski, I. (2004). Heimo Claridae, kirjokuoriaiset. Haettu 1.6.2020 osoitteesta [http://forest.uef.fi/~pmartik/pages/kuoriaiset\\_cleridae.html](http://forest.uef.fi/~pmartik/pages/kuoriaiset_cleridae.html)

Metla. (2003a). Metsien terveys, Ytimennävertäjät. Haettu 1.3.2020 osoitteesta [http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit\\_kansi/tomisp-n.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/tomisp-n.htm)

Metla. (2003b). Metsien terveys, Pikkukirjanpainaja. Haettu 1.3.2020 osoitteesta [http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit\\_kansi/ipdupl-n.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/ipdupl-n.htm)

Metla. (2005). Metsien terveys, Kiiltokirjanpainaja. Haettu 1.3.2020 osoitteesta [http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit\\_kansi/ipamit-n.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/ipamit-n.htm)

Metla. (2014a). Tuhohyönteisten kehitys ja lämpösumma.  
Haettu 1.4.2020 osoitteesta <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/opas/ls-ennuste.html>

Metla. (2014b). Metsien terveys, Pystynävertäjä. Haettu 1.3.2020 osoitteesta [http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit\\_kansi/topini-n.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/topini-n.htm)

Metla. (2014c). Metsien terveys, Vaakanävertäjä. Haettu 1.3.2020 osoitteesta [http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit\\_kansi/tomino-n.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/tomino-n.htm)

Metla. (2014d). Metsien terveys, Kirjanpainaja. Haettu 1.3.2020 osoitteesta [http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit\\_kansi/iptypo-n.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/iptypo-n.htm)

Nuorteva, H. (2019). Metsätuhot Suomessa 2018. *Luonnonvarakeskus*. Haettu 1.4.2020 osoitteesta <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/545098>

Nuorteva, H. Hantula, J. Huitu, O. Jalkanen, R. & Piri, T. (n.d.). Metsätuhot. Luke. Haettu 27.4.2020 osoitteesta: <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsatuhot/>

Pouttu, A. (2002). Maahan pudonneita kasvaimia. Haettu 9.4.2020 osoitteesta <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/kuvadocs/ap100.htm>

Pouttu, A. (2010). Pystynävertäjän syömiä kasvaimia. Haettu 9.4.2020 osoitteesta <https://metsainfo.luke.fi/fi/cms/opas/tuhonaiheuttajaluettelo/pystynavertaja#>

Pouttu, A. (2013). Kirjanpainajan tappamia kuusia. Haettu 9.4.2020 osoitteesta <https://metsainfo.luke.fi/fi/cms/opas/tuhonaiheuttajaluettelo/kirjanpainaja#>

Saarenmaa, H. (1985). Within-tree population dynamics models for integrated management of *Tomicus piniperda* (coleoptera, scolytidae). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 128. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos. Haettu 20.4.2020 osoitteesta: <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/522536>

Schmutzenhofer, H. (2002a). Pystynävertäjä. Haettu 9.4.2020 osoitteesta <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/kuvadocs/a3sc59b.htm>

Schmutzenhofer, H. (2002b). Vaakanävertäjä. Haettu 9.4.2020 osoitteesta <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/kuvadocs/a3sc59.htm>

Schmutzenhofer, H. (2002c). Kirjanpainaja. Haettu 9.4.2020 osoitteesta <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/kuvadocs/a3sc452.htm>

Schroeder, L. M. & Weslien, J. (1994). Abstract. Interactions between the phloem-feeding species *Tomicus piniperda* (col.: Scolytidae) and *Acanthocinus aedilis* (col.: Cerambycidae), and the predator *Thanasimus formicarius* (col.: Cleridae) with special reference to brood production. *Entomophaga* 39. Uppsala, Ruotsi: Division of Forest Entomology, Swedish University of Agricultural Sciences. Haettu 20.4.2020 osoitteesta: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02372353>

Tapio. (n.d.). Opas energiapuuterminaalien ympäristölupakäytännöistä. Haettu 11.3.2020 osoitteesta <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2016/12/Opas-energiapuuterminaalien-ymparistolupakaytannoista.pdf>

Uotila, A. & Kankaanhuhta, V. (2004). *Metsätuhojen tunnistus ja torjunta*. Helsinki: Metsälehti Kustannus.

Uotila, A. Kasanen, R. & Heliövaara, K. (2005). *Metsätuhot*. Helsinki: Metsäkustannus.

Verdera. (2017). Kirjanpainajat – syllisiä kaikkeen? *Metsälehti* 4/2017.  
Haettu 10.3.2020 osoitteesta <https://www.metsalehti.fi/kumppaniartikkelit/kirjanpainajat-syllisia-kaikkeen/>

Ylitalo, E. (2020). *Kiinteiden puupolttoaineiden käyttö kasvoi 2019*. Luke.  
Haettu 27.4.2020 osoitteesta <https://www.luke.fi/uutinen/kiinteiden-puupolttoaineiden-kaytto-kasvoi-2019/>